






**BOUNDARY LAYER DEVICE**

**Patent number:** JP63263198  
**Publication date:** 1988-10-31  
**Inventor:** ANSONII MAAKU SABUIRU  
**Applicant:** ROLLS ROYCE PLC  
**Classification:**  
- international: B64C21/10  
- european:  
**Application number:** JP19880065590 19880318  
**Priority number(s):** GB19870006554 19870319

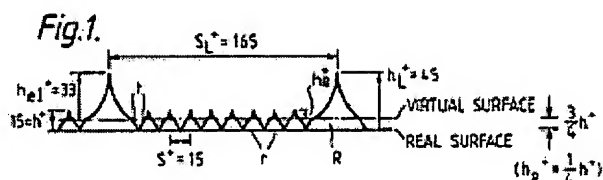
**Also published as:**

 EP0284187 (A1)  
 US5026232 (A1)  
 US4865271 (A1)  
 US4863121 (A1)  
 EP0284187 (B1)

Abstract not available for JP63263198

Abstract of correspondent: **EP0284187**

An aerodynamic or hydrodynamic surface is provided with so-called "riblets" (R,r) for reducing drag by modification of the turbulent boundary layer. The riblets (R,r) comprise flow-aligned elongate projections of small height ( $h_L \ll \delta$ ,  $h \ll \delta$ ). In order to increase their effectiveness in reducing drag, just those parts of the riblets which extend above the height ( $3/4 h \ll \delta$ ) of the virtual surface - established by the riblets themselves due to their displacing the turbulent motion away from the real surface - exhibit an abrupt transition (t) to a cusp-shaped profile which more effectively promotes very small scale flow-aligned vortices which drain energy from the larger drag-inducing low speed flow-aligned vortices or "streaks" in the boundary layer.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-263198

⑬ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)10月31日

B 64 C 21/10

7615-3D

審査請求 未請求 請求項の数 9 (全5頁)

⑮ 発明の名称 境界層装置

⑯ 特 願 昭63-65590

⑰ 出 願 昭63(1983)3月18日

優先権主張 ⑱ 1987年3月19日 ⑲ イギリス(GB) ⑳ 8706554

㉑ 発 明 者 アンソニー・マーク・ イギリス国ケンブリッジ、ヒストン・ロード 46  
サザイル

㉒ 出 願 人 ロールズ・ロイス・ピ イギリス国ロンドン市エスタブリュー1イー・6エイティ  
ーエルシー ー、バツキンガム・ゲート 65

㉓ 代 理 人 弁理士 湯浅 恭三 外4名

明 細 書

1. [発明の名称]

境界層装置

2. [特許請求の範囲]

(1) 壁面上の流体流れの乱流境界層を変形するようにされ、壁面に対する流体流れの方向に整合するように一連の細長い突起が設けられ、該突起の少なくとも幾つかが該突起の高さにわたって変化する角度にて傾斜する側面を有している。空力的または水力的壁面であって、前記側面はその高さの中間にその領域の上方および下方に隣接する領域よりも勾配の小さい領域を有し、該勾配の小さい領域は関連する突起の凹形輪郭の峰の下部を形成することを特徴とする壁面。

(2) 前記勾配の小さい領域への遷移点は側効壁の高さの位置、またはその近くであり、該側効壁の高さの位置は、所定の流体流れの形態について、前記突起により前記壁面から離れた前記乱流境界層の変位量によって決められることを特徴とする、請求項1記載の壁面。

(3) 前記勾配の小さい領域の下方で、前記突起はほぼ平らな側面を有して前記壁面上に一連のV形みぞを形成することを特徴とする、請求項1または2記載の壁面。

(4) 前記一連の突起は複数の比較的高い突起を含み、つらなる該突起の間に複数の比較的低い突起を含み、少なくとも前記高い方の突起は前記勾配の小さい領域から延在する前記凹形輪郭の峰を有することを特徴とする、請求項1ないし3の任意の項記載の壁面。

(5) 前記突起は横方向のパターンの繰返しで配設され、該パターン内では、隣接する突起が異なる高さに突き出し、少なくとも最も高い突起が前記勾配の小さい領域から延在する前記凹形輪郭の峰を有することを特徴とする、請求項1ないし4の任意の項記載の壁面。

(6) 前記高い方と低い方の突起が共に前記勾配の低い領域から延在する前記凹形輪郭の峰を有することを特徴とする請求項4または5記載の壁面。

(7) 前記勾配の小さい領域は関連する突起の高

さにより異なる、壁面からの高さに配設されることを特徴とする、請求項6記載の壁面。

(8) 前記異なる高さの突起に前記勾配の小さい領域が一つの共通の高さに配設されていることを特徴とする、請求項6記載の壁面。

(9) 前記突起の前記勾配の低い領域が、流体流れの方向に前記突起にそった距離と共に増加する、壁面からの高さにあることを特徴とする、請求項1記載の壁面。

### 3. [発明の詳細な説明]

本発明は、表面抗力を減ずるために、空力的および水力的表面の上の乱流境界層を変形することに関する。本発明は特に、表面抗力のために、壁表面上の流体流れの方向に壁表面の乱流境界層領域にわたって小さな縦方向の突起、つまりリブレット（小形うね）の配列が延在する、いわゆるリブレット表面を設けることに関する。

このようなリブレットは、航空機主翼、配管内壁または船舶の船殻等々のように抗力特性を高める必要のある基面表面に接合することのできる、例

えばプラスチックテープまたは板材の上に形成されることが出来る。代りに、そのような人工物の構造外観に直接にリブレットを形成させることもできる。切削、成形、押出し、または圧印加工（エンボシング）のような種々のリブレット形成法が公知である。金属リブレットについては、ニールプラスチックでもあり得る基板の上に電着させることによりリブレットを形成することもいふ一つの可能性である。

本出願人の昭和62年5月22日付特願昭62-125083号、特願昭62-125084号、および特願昭62-125085号明細書に説明されているように、初期実験のリブレットの一端果は、境界層における乱流の渦運動が表面の全ての部分、特に凹合せのリブレットにより遮蔽されるみぞの中に深く侵入するのを抑制して乱流運動を壁から引き離し、それにより表面抗力の減少を生ずることである。その輪郭にもよるが、公知のリブレット配列も、壁に近い乱流境界層流の中に特徴的に形成される低速の縦方向渦流、つまり

「ストリーク」の形成に伴う横方向の速度勾配を抑制し、比較的大規模のストリークからエネルギーを奪う2次的な、より小規模の縦方向の渦流を作り出すうえに或る効果を有することができる。

本出願人の先行特許願に開示されるように、突起、つまりリブレットが渦流自体の発生にあまり影響することなく、主として受動的な阻縁で機能するのみならず、縦方向の渦流、つまりストリークを横方向に制御し、またでき得ればその自然の間隔よりも速く離すことによって、さもなくば表面を斜切って横方向に気ままな間隔で移動する縦方向渦流、つまりストリークの、より強い制御を働かせることもできるように、突起、つまりリブレットの配列を設計することも可能である。この影響は本質的に、乱流運動の中に突出するリブレットの径分、つまり、壁表面から乱流運動を引き離すことによりリブレット自体が作った突効壁の位置の上方に延在するリブレットの部分に依存する。

本発明によれば、表面上の乱流境界層を変形す

るようにされた空力または水力壁面はその表面に対する流体流れの方向に整合した一連の細長い突起を設けられており、その突起の少なくとも幾つかはその側面、高さの中間に、その上下の領域よりもゆるい勾配の領域を有し、その勾配のゆるい領域の各々は隣接する突起にある凹形輪郭の峰の下部を形成する。

最良の効果を有するには、凹形側面を有する峰への遷移点は突起によって確立される突効壁の高さに、またはその近くに配置されるべきである。突効壁の高さの位置はリブレットの設計の模範となる特定の流体流れ形態によって定まる。遷移点より下方の領域は、突起の間でその最下方突起に勾配のきつい側面を有する一連のV形みぞを形成するように、ほぼ平らな面を有することが望ましい。これらは壁表面から乱流運動を引き離すために、既に記載された仕組で作用することができる。突効壁より上方に排除された縦方向渦流はそこでこの領域に突き出た凹形峰により制御され、この峰はその異なる輪郭の故に渦流に対して、より強

力に作用することができる。

凹形輪郭への遷移点は実質的に鋭った角を有してもよいが、 $r$ （アール）をもたせた、つまり四取りされた遷移を有することもできる。凹形面は連続的に曲って比較的鋭い先端につながることを望ましいが、1部の直線の、および／または直線の部分から形成することも可能であり、また便宜上、先端自体は平らにも $r$ をもつこともできる。

本出願人の前の特願昭62-125083号明細書では、突起の配列が壁面に設けられ、一連のより高い突起の各々の間に複数の、より低い突起が設けられる。低い方の突起の主目的は乱流運動を壁から変位することであり、前方、高い方の突起は境界層流れの乱流領域の縦方向渦流、つまりストリークの横方向位置を制御するように意図される。小さい方の突起により生ずる変位は壁のせん断応力の減少につながることであり、それによってストリークが弱められるだけ、ストリークはより制御し易くなる。そのうえ、組合せの大きな突起の間に複数の小さな突起を配することは、ス

トリークと小さな突起との偏方向尺度の相違を与えることができ、その結果、高い方の突起はストリークからこれら小突起により誘起される小規模の2次渦流への、より急速なエネルギー伝達を促進することができ、高い方の突起は小さい方の突起より上方の領域に浸透する効果を生じて、小突起が該領域での活動を減ずるという点で小突起の効果を高めることができる。これらの意味におけるそれらの相互作用を通じて、高い方の突起と低い方の突起は能動的な関係で機能することができる。

本発明をこの突起の配置に有利に適用して、少なくとも高い方の突起の側面にその高さにわたって変化する勾配を形成させ、凹面を有する障が乱流境界層運動の中に突起するようにすることができる。小さい方の突起の少なくとも成るものがこの配列により樹立される実効壁の位置より上方に延在する範囲内で、これらもその上方領域を同様の輪郭にすることが望ましい。小さい方の突起が均等の高さである場合は、それら全部がそのよう

な輪郭を有することになるであろう。

本出願人の前の特許第125084/87号明細書において、繰返し横方向パターンに配設され、各繰返しパターンの中の組合せの突起が異なる高さに突き出ている突起の配列が壁面に設けられる。最も単純な場合、この繰返しパターンは交互の高い突起と低い突起から成る。このような形態において、低い突起と高い突起は共に境界層内の乱流渦運動を壁面から変位するように配置されることができる。小さい方の突起はそれだけでその高さの約4分の3よりも高い実効壁面を壁面上方に樹立することはできないであろうけれども、高い方の突起はこの効果をその限界まで広げる機能を有するように、小さい突起に対して尺度を延ばすことができる。

このような形態に本発明を適用する時、繰返しパターンの少なくとも最も高い突起は本発明により、側面の勾配を変化させられる。突起の高さの組合せから生ずる実効壁面のより大きな変位が、最も小さい突起の高さよりも上方にその実効壁面

を押しやるならば、小さい突起の側面を変形させることにより何らの利益も得られない。小さい方の突起のどれかが実効壁の位置よりも上方に延在する限り、その側面に同様に変化する勾配を与えて、その遷移点をほぼ実効壁位置の高さに置くことは有利である。これは、突起の断面である実際の壁面より上方の成る特定の高さに勾配の変化が生ずるようにする。しかし特定の組合、このパターンまたは突起は、突起のパターンと共に偏方向に変化する実効壁面高さを生ずることもあり、この場合、個々の突起の勾配変化の位置はこれらの高さの変化に従従することができる。

前記第3の特願昭62-125085号明細書は、流体流れの方向に壁面にそう距離と共に漸進的に高さを増して、突起の配列が突起の初めの高さに対して大きな割合の位置に実効壁面を樹立するに流い表面抗力減少が自然に制約される効果に対抗するようにする、突起を与える。この形態に本発明を適用する場合、側面の中間高さに勾配変化を有する突起は、流体流れの方向に壁面にそう距

龍と共に突風の壁面より漸進的に高くなる位置にその勾配変化を有する。

本出願人の以前の3つの特許願明趣意に記載された形態のこれらの変形は、これらの異なる形態に対する変形の効果が補い合うものであるから、細Aに使用され得るだけでなく組合せることもできる。

以下に添付図面を参照しつつ、実例により本発明を記載する。

第1図は前の特願昭62-125083号明細書による形態に本発明を適用した図解である。これは、個々の大きいリブレットRが8個の等高の小さいリブレットrにより隔てられているパターンでの、傾斜側面を有するリブレットを示す。この点で、この前特許願の第1図の実例に類似する。前特許願に完結される「壁単位(ウォールユニット)」に換算して、小さい方のリブレットrは壁面から上方に15単位の無次元高さ $h_r^+$ を有し、また15単位のピッチ $s_r^+$ に配置される。大きい方のリブレットRはそれぞれ45単位の高さ $h_R^+$

に1よりもあより大きくない高さ:幅の比を有し、凹面は比較的とがった峰を形成するべきである。

第2図は前特願昭62-125084号の発明による配置に本発明を適用した図解であり、ここでは、2つの異なる高さの交互のリブレットのパターンで、小さい方のリブレットrの高さに実効壁面が樹立される。パターンのピッチは15壁単位であり、これは従って、小さい方と大きい方のリブレットの双方のピッチ $s_r^+$ 、 $s_R^+$ でもある。小さい方のリブレットrの高さは15壁単位であり、大きい方のリブレットRの高さは25壁単位である。大きい方のリブレットは実効壁面より上方に13単位の高さ $h_{ef}^+$ を有し、小さい方のリブレットは約4単位の高さ $h_r^+$ を有する。リブレットの側面は遷移点しから既に述べた鋭い峰を作る凹形輪郭をもって上方へ延び、他方、実効壁面より下方では急斜面のV形みぞを形成する。

大きい方のリブレットの存在が実効壁面を高くする効果を有するとすれば、小さい方のリブレットは完全に実効壁面の下方に入ることもある。第

3図はそれが生ずる第2図の実例の変形を図解し、小さいリブレットにより生ずる壁面の $3/4 h_r^+$ の移動の他に、大きい方のリブレットが追加の移動 $3/4 h_R^+$ を生ずるので、実効壁面は $(3/4 h_r^+ + 3/4 h_R^+)$ の高さにある。小さい方のリブレットの高さはこれより低いのでその側面は完全に平らな輪郭を有し、他方、大きい方の側面は、上げられた実効壁面からその有効高さ $h_{ef}^+$ にわたって凹面を与えられる。

しかし、隣合せのリブレットの間に高さの違いのあるリブレット・パターンは、殊にパターンが3個以上のリブレットを有する場合に、類似の波状の実効壁面を生ずることがあるであろう。これは第4図に示すような形態によって対処できる。ここでは、小さい方のリブレットrの実効壁面高さは第2図の例に相当し、他方、大きい方のリブレットRのそれは第3図の例に相当すると、仮定する。小さい方のリブレットの変曲点、つまり実効壁面との交点は真の壁面、つまり、リブレット・パターンの基線より上方 $3/4 h_r^+$ のところであり、

大きい方のリブの交点点は  $(3/4 h^+ + 3/4 h_{el}^+)$  だけ其の壁面より上方にある。よって小さいリブレットの凹形輪郭を有する部分は高さ  $h_{el}^+ = 1/4 h^+$  にわたって延在するのに対し、大きい方のリブレットの凹形輪郭は高さ  $1/4 (h^+ - 3/4 h^+) = h_{el}^+$  にわたって延在する。同様な考察が第1図に例示されたような形態にも当てはまる。

最後に、第5図は前特願昭 62-125085号の発明に本発明を適用したものゝ図解である。この場合、簡便な例として、一連のリブレットが長手方向に高さ  $h^+$  を一様に増し、実効壁面が  $3/4 h^+$  に生ずる。上方凹形部分の遷移は、 $h^+$  自体が流路流れの方向にそう距離と共に増すので、リブレットの長さによって同じ  $3/4 h^+$  値の所に生ずる。

前特願昭 62-125085号明細書に記載される実施例と同様に、遷移点の高さの変化を段階的に配置することができ、製作が容易であるからそれが望ましいかも知れない。より一般的に言えば、前記の前特許願の余てにおいて突起について開示

された変形および補正特許を本発明による側面形貌に関連して使用することができる。

図示の傾斜側面の変形により、記載の効果が少なくとも実質的に達せられることは明らかである。特に、交点点、つまりリブレット面とのつながりを丸めることが実際上の理由で望ましいかも知れないが、いっばい、実効壁面の下方および上方の双方でリブレット面が真正ぐの、および/または曲線の部分を有しても、記載された機能に必要な輪郭の全体特徴を不当に変えることはない。

以上の記載は抗力減少の向上それ自体を達成することに焦点を合せているが、適当な金属の、例えば電鍍されたリブレットを流体流れに露出した表面に施すことにより達成し得る、抵抗低減リブレットの使用から得られる、いま一つの利点は熱交換技術の分野にある。これは、熱伝達特性の向上が抗力の減少に関連する筈であるからである。よって、本発明によるリブレットはそれが適用される表面の熱伝達効率を最大にする筈である。

#### 4. (図面の簡単な説明)

第1図ないし第4図は、流体流れの方向に直交な断面の輪郭で示す、突起、つまりリブレットの、本発明によるそれぞれの形態の図解。

第5図は本発明によるいま一つの突起、またはリブレットの形態の、側面図による図解である。

代理人 弁理士 湯 沢 雄 三  
(外 4 名)

